



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# TECNOLOGÍA 5G

## 5G Technology

NÉSTOR JARAMILLO\*, ALEXANDER OCHOA,  
WILLIAM PÁEZ\* Y ALEXANDER PEÑA\*

*Recibido:1 de junio de 2017. Aceptado:20 de junio de 2017*

*DOI:<http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2017.v4.n8.a31>*

### RESUMEN

Este documento contiene información sobre la próxima generación de tecnología de telecomunicaciones móviles que se espera que se implemente en el año 2020, más allá de las mejoras en velocidad, se espera que la tecnología 5G desplegará un «Ecosistema» del internet masivo que puede satisfacer con mayor fuerza las necesidades de las comunicaciones. El presente artículo describe los conceptos fundamentales, muestra cómo evoluciona la arquitectura 3GPP LTE y describe algunos beneficios de esta tecnología.

**Palabras clave:** onda milimétrica, internet de las cosas, comunicaciones móviles, seguridad, MIMO.

### ABSTRACT

This document contains information on the next generation of mobile telecommunications technology that can be put into operation in 2020, beyond improvements in speed, 5G technology will deploy an «Ecosystem» of the massive Internet that can satisfy with greater force the needs of communications. This article describes the fundamental concepts, shows how the 3GPP LTE architecture evolves and describes some benefits of this technology.

**Keywords:** Millimeter wave, internet of things, mobile communications, security, MIMO.

## I. DESARROLLO

### A. Antenas MIMO

Tomando en cuenta que uno de los objetivos de la tecnología 5G para comunicaciones móviles, aparte del notable incremento en la velocidad de conexión y transmisión de datos a través del servicio, es la optimización del espectro electromagnético, se convierte en casi fundamental, el uso de antenas MIMO (Multiple Input - Multiple Output) ya que estas permiten a los dispositivos trabajar en múltiples frecuencias de forma simultánea para múltiples entradas y múltiples salidas que permiten optimizar la comunicación y las velocidades de transmisión y recepción de información [1].

### B. Radio Cognitiva

Se trata de una tecnología de comunicaciones inalámbricas, actualmente en proceso de investigación y que procura, como objetivo general principal,

proporcionar cierto grado de inteligencia artificial a los dispositivos de telecomunicaciones de manera que estén en la capacidad de escanear el espectro completo y realizar algunas tareas que van desde la identificación de las secciones de espectro libre y la asignación de tráfico a dichos espacios del espectro para garantizar no solo que la comunicación sea de alta velocidad, sino además que permita la interconexión de muchos más dispositivos [2][3].

### C. Administración avanzada de interferencia

Esta es la interferencia co-canal que se presenta en la tecnología actualmente en servicio (LTE) [4] y con base en estas limitaciones se proponen soluciones para la futura implementación del 5G, algunas de las soluciones son:

#### 1) Receptor avanzado y programa conjunto

Se pretende que tanto desde la transmisión como desde el dispositivo final se implementen

\* Los autores se encuentran en proceso de titulación como ingenieros electrónicos de la Universidad ECCI, Escuela Colombiana de Carreras Industriales en Bogotá, Colombia. Correos electrónicos: paisanes@gmail.com, tom.jerry.7@hotmail.es

técnicas para reducir la afectación de las interferencias [5].

## 2) Interferencias co-canal

Son las interferencias causadas por un canal contiguo, en este caso, la interferencia que causa una BS sobre un equipo en el área de otra BS [5].

## 3) Receptor avanzado

Es el receptor que es capaz de decodificar tanto la información deseada como la interferencia para así poder retirar la interferencia [5].

### *D. Internet Móvil personal y más allá*

Se exponen tres requisitos fundamentales que debe tener la tecnología 5G, la primera la capacidad de ampliar la red con el fin de tener la capacidad de albergar el creciente número de dispositivos que acceden a la red con el fin del intercambiar información, haciendo especial hincapié en las comunicaciones M2M (machine to machine), dado el crecimiento casi exponencial de los diferentes dispositivos portátiles, sensores y actuadores que se dispone en la actualidad; en segunda medida argumenta que la nueva tecnología debe ser capaz de contextualizar la información al usuario, es decir los usuarios no deben acceder a la red para alcanzar la información de internet, sino que el internet vendrá a ellos, y por último se debe tener una red lo suficientemente rápida para garantizar períodos de latencia muy bajos, con el fin de garantizar la posibilidad del internet táctil en un futuro próximo [6].

### *E. Formación de Haz de onda milimétrica para habilitación de tecnología para comunicaciones celulares 5G*

La explosión de tráfico cada vez mayor en las comunicaciones móviles ha generado recientemente un aumento de espectro subutilizado en las bandas de frecuencia de onda milimétrica como una solución potencialmente viable para más capacidad en comparación con redes celulares 4G actuales. Las bandas de mmWave fueron descartadas para uso celular principalmente debido a las preocupaciones con respecto al corto alcance y problemas de cobertura fuera de la línea de visión [7].

La mejora que proporcionaría en comparación con la tecnología actual LTE, es ofrecer mayores velocidades de datos a los usuarios finales mejorando eficiencia espectral, desplegando más estaciones base, y agregando más espectros [5].

### *F. Densificación*

La densificación de las redes inalámbricas como un reto acorto plazo, dentro del cual deben converger aspectos tan importantes como el hecho de un cambio total de infraestructura y la evolución de los actuales dispositivo de recepción. Lo anterior solo puede ser posible si hay una re-organización de las redes y un manejo más eficaz de las interferencias entre celdas, todo esto soportado por una densificación de Backhaul y receptores capaces de realizar procesos de cancelación de interferencia [8].

Backhaul: red de retorno; es la porción de red dentro una estación base que se encuentra entre el núcleo (Core) y las subredes presentes [9].

### *G. Tecnologías Cloud para acceso a redes de radio flexibles 5G*

La gran diferencia de 5G, con respecto a 4G, dejando claro que esta nueva red móvil avanzará aún más al incorporar a sus servicios móviles nuevos y más complejos dispositivos operados por humanos y también dispositivos que se comunicarán con otros dispositivos estos totalmente automatizados (máquina a máquina, M2M) [6]. Dejándonos claro la gran importancia de la nube y el papel esencial que cumple, integrándolo a objetos de uso cotidiano, como automóviles, electrodomésticos, textiles y aplicaciones críticas para la salud.

El artículo nos cuenta como la tecnología de la nube ha recibido una atención cada vez mayor para el avance de red móvil 5G, dejando claro los conceptos de RANaas y RAP.

### *H. Proyecto METIS*

El proyecto METIS se encarga de contemplar la metodología, requerimientos y escenarios para la estandarización futura de la tecnología 5G, su metodología se basa en un enfoque ascendente en donde los nuevos conceptos de radio se desarrollan

y optimizan para soportar las necesidades futuras, y en un enfoque descendente en donde se evalúan los servicios y aplicaciones para validar los requisitos que 5G debe cumplir.

Principalmente se contempla en el Proyecto METIS, la densidad de volumen de tráfico, rendimiento experimentado por parte del usuario final, latencia, confiabilidad, disponibilidad y rentabilidad. Los escenarios contemplados son sorprendentemente rápidos, servicio a gran multitud de dispositivos, seguido de la mejor experiencia, conexiones en tiempo real y con ello, el internet de las cosas [6].

#### *I. El papel de las células pequeñas, multipunto coordinado y Masivo MIMO en 5G*

Debido al alto crecimiento de nuevas aplicaciones y el aumento de usuarios, la exigencia de una mejor tecnología cada vez es mayor, por lo cual 5G tendrá que brindar un servicio con mejoras en latencia y altas velocidades en transferencia de datos [6], lo cual se quiere lograr mediante las técnicas avanzadas MIMO masivo para una mayor eficiencia espectral, una combinación inteligente de células pequeñas, transmisión conjunta coordinada multipunto (JT CoMP).

#### *J. Conexión Dispositivo a dispositivo*

La comunicación entre dispositivos o D2D, propone una conexión directa entre dispositivos cercanos de manera que se libera el uso de las estaciones bases de forma considerable, sobre todo en escenarios de abundante concurrencia de usuarios, de esta manera, los dispositivos finales, estarían en la capacidad de conectarse sin la intervención o el control de la estación base, e incluso funcionar como un nodo de distribución de servicio al que se conectan varios dispositivos finales cercanos que estén fuera de la cobertura de la estación base o con la intención de liberar la misma. En este tipo de implementación se generan los retos de garantizar la seguridad de la comunicación entre dispositivos remotos; si para completar dicha comunicación debe pasar por los dispositivos de otros dispositivos de usuario y otro reto termina siendo, como controlar la cantidad y calidad de usuario conectados, así como la restitución por la disposición de recursos como procesamiento del dispositivo o el consumo ener-

gético elevado por la utilización del mismo como prestador de servicio [6].

#### *K. Aplicaciones de Cancelación de auto interferencia en 5G*

La cancelación de auto interferencia simplificará la administración del espectro, habilitará una comunicación full dúplex, lo que permitirá que una radio pueda transmitir y recibir datos en una misma frecuencia y al mismo tiempo, duplicando la eficiencia espectral. La cancelación de auto interferencia ayudará a la evolución de la tecnología 5G hacia redes más densas y que puedan utilizarse en un sistema de comunicación inalámbrico con mayor capacidad de enlace y virtualización del espectro.

#### *L. Forma de onda asíncrona no ortogonal para futuras aplicaciones*

La idea de la introducción de forma de onda no ortogonal asíncrona fue originada básicamente en universidades alemanas, esta idea busca cambiar el sincronismo y la ortogonalidad de las ondas basadas en la tecnología 4G LTE-A por medio de una estructura de cuadros unificada, tomando una forma de onda multicarrier con funcionalidad de filtrado, generando así una interfaz de área más eficiente y escalable en aplicaciones de IoT, conectividad inalámbrica Gigabit e internet táctil.

#### *M. Tecnologías disruptivas para 5G*

Las 5 tecnologías que implementaría en 5G serían un punto de inflexión para la arquitectura y modelado de los dispositivos que hay actualmente, estas tecnologías son: arquitectura centrada en el dispositivo, MIMO masivo, onda milimétrica, dispositivos inteligentes y soporte de comunicación máquina a máquina, con dichas innovaciones el cambio del modelo trabajado hasta el día de hoy tendrá que pasar a uno nuevo; cambiando totalmente los paradigmas de una red celular [6][7]. Uno de los aspectos fundamentales enfocados en 5G serían el de arquitectura enfocada en los dispositivos, con lo cual las redes buscarían generar un conjunto de subredes aumentando su cobertura y maximizando su velocidad de conexión entre dispositivos y entre celdas de conexión.

## II. CONCLUSIONES

Se identificó la necesidad de un receptor más avanzado el cual no sea pasivo ante la interferencia, en cambio, sea resistente a las interferencias y sea posible aprovechar mejor el ancho de banda. Se evidenciaron algunas de las falencias las cuales están volviendo obsoleto al 4G y abren paso a la nueva tecnología.

Una latencia de ida y vuelta de 1 ms puede potencialmente mover el mundo al disfrutar de la conexión inalámbrica de hoy; los sistemas de comunicación en el nuevo mundo de los sistemas de control inalámbrico: el Internet táctil cambiaría dramáticamente nuestra vida, impactando en todos los aspectos de las áreas de aplicación tales como: salud, seguridad, tráfico, educación, deportes, juegos y energía.

Al ser una estructura no ortogonal, la red 5G propone un mayor ancho de banda, mas espaciamiento y velocidad, generando menos tiempos de respuesta, alrededor de 1 ms en la interconexión de las BS, en el momento que se abandona el sincronismo y la ortogonalidad en conjunto, se abandona la interferencia y los impedimentos de una estructura de transmisión adecuada junto con su respectiva técnica, las formas de onda y su enfoque aplicado a las técnicas UFMC, FBMC Y GFDM. (Que de por si presentan bastantes ventajas disruptivas sobre la técnica OFDM) se presentan y ponen como ejemplos escenarios aplicados a la diferenciabilidad del servicio del espectro, agilidad de la transmisión en tiempo real, generando mejoras sobre la transmisión ortogonal OFDM convencional.

La cancelación de auto interferencia virtualiza el uso del espectro al actuar como un filtro por software lo que permite agregar un conjunto de canales aleatorios espaciales es blando lo que permite tener un ancho de banda más grande.

La combinación de JT CoMP con MIMO masiva es beneficiosa porque más antenas hacen que el enlace sea más robusto, la interferencia puede ser ms localizada y la sobrecarga de la red de retorno puede reducirse, usando sofisticados esquemas de selección de clústeres y usuarios, la eficiencia espectral está limitada solo por la interferencia fuera del clúster.

El proyecto METIS busca integrar nuevos conceptos de radio como lo son MIMO masivo, redes ultra densas, redes en movimiento, comunicación directa de dispositivo a dispositivo, comunicación ultra confiable, comunicación de máquina masiva y otros, y la explotación de nuevas bandas de espectro las cuales van a permitir el soporte del aumento en datos móviles mientras se amplía el rango de dominios de aplicaciones que las aplicaciones podrían soportar después del 2020.

La evolución de las redes inalámbricas a infraestructura capaz de soportar comunicaciones de 5G es posible si se realizan avances en aspectos como reutilización del espectro, crecimiento y fortalecimiento de redes backhaul, desarrollo de dispositivos que soporten comunicaciones D2D (Device to Device) capaces de realizar procesos de cancelación de interferencia. Igualmente, dispositivos que puedan operar en bandas milimétricas logrando intercambio de información a mayores frecuencias con menores tiempos de latencia y mayor fiabilidad en el intercambio.

El ancho de banda es el más efectivo y método directo para proporcionar lo previsto demanda de datos para servicios celulares 5G esperando estar disponible comercialmente en 2020 y más allá.

Con la cancelación de auto interferencia se simplificará la administración del espectro, permitiendo un dúplex completo en banda duplicando la eficiencia espectral, lo que permitirá a las futuras redes 5G aprovechar el espectro fragmentado.

## REFERENCIAS

- [1] IPV6go. Tutorial LTE. *Multiple Input Multiple Output*. Disponible en: <http://www.ipv6go.net/lte/mimo.php>. 2014.
- [2] B. Wang, and K. J. R. Liu, *Advances in Cognitive Radio Networks: A Survey*. IEEE J. Sel. Topics Signal Process., 5(1), 5 - 22, 2011.
- [3] K. C. Chen and R. Prasad, *Cognitive Radio Networks*. Edition ed. Chippenham: John Wiley & Sons Ltd., ISBN 978-0-470-69689-7. 2009.
- [4] M. Gorricho and J. L. Gorricho, *Comunicaciones móviles*. Barcelona: Edicions UPC. 2002.
- [5] S. Sesia, I. Toufil and M. Baker, *LTE-the UMTS Long Term Evolution: From theory to Practice*. Chichester: Wiley. 2011.

- [6] IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE. 5G Wireless Communication Wireless Networks and Traffic Uncertainty: Vol. 52, No.2. 2014.
- [7] IMDEA Networks Institute, *Banda ancha móvil ultrarrápida 5G gracias a la tecnología de banda de ondas milimétricas*. NETCOM research group. Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería Telemática. 2017.
- [8] Anixter - CommScope, *Construyendo una red convergente: conexión inalámbrica y cableada*. 2016.
- [9] K. R. Chowdhury and I. F. Akyildiz, *Cognitive Wireless Mesh Networks with Dynamic Spectrum Access*. IEEE J. Sel. Areas Commun., 26(1), 168181. 2008.

